

(Aus dem Institut für gerichtliche Medizin an der Universität Heidelberg.  
Vorstand: Prof. Dr. W. Schwarzscher.)

## **Spektrographischer Nachweis von Metallsuren in experimentell erzeugten Stromberührungsmarken.**

Von

**Dr. Th. Schmidt,**

Assistent am Institut.

Die spektrographische Methode des Metallsnachweises im organischen Gewebe legte es nahe — wie schon *Jellinek* angeregt hat — Strommarken auf diese Art zu untersuchen. Die Bedeutung des Nachweises von Metallsuren in Stromberührungsmarken ist darin gegeben, daß man erkennen kann, welches Material zum Stromübergang Anlaß gegeben hat. Infolgedessen hat man damit einen objektiven Anhaltspunkt in der gerichtlich-medizinischen Praxis, welcher Leiter mit dem betreffenden Verunglückten in Berührung gekommen ist. Als Beitrag zu dieser Frage soll in der folgenden Arbeit über Untersuchungen an experimentell hergestellten Stromberührungsmarken gezeigt werden, inwieweit und auch mit welchen Unterschieden ein Metallsnachweis geführt werden kann.

Die Schwierigkeit, echte Stromberührungsmarken, das heißt also vital entstandene zu erhalten, machte es notwendig, die Berührungsmarken an ganz frischem Leichenmaterial experimentell herzustellen. Obwohl man sich darüber klar sein muß, daß an vital entstandenen Berührungsmarken gewiß eine Reihe anderer Momente mitspielen, kann man doch im allgemeinen sagen, daß sich das physikalisch-chemische Verhalten dabei im wesentlichen gleichbleiben wird. Als Material diente möglichst frisch entnommene Haut von der Innenseite des Oberschenkels nahe der Leistenbeuge. Als Versuchselektrode wurden Metallstäbe von 6 mm Durchmesser benützt, die aus reinem Cu, Zn und aus handelsmäßigem Messing verfertigt waren. Die Strommarken wurden nach zwei Arten erzeugt; das eine Mal so, daß zwei Hautstückchen mit der Bindegewebsseite gegeneinander gelegt und zwischen die Elektroden gespannt wurden, das andere Mal in der Weise, daß ein Hautstück auf eine in Kochsalzlösung schwimmende Zellstofflage gelegt und von oben her mit der Versuchselektrode in Kontakt gebracht wurde; die Kochsalzlösung war mit Quecksilber unterschichtet, in welches der zu- oder ableitende Pol eintauchte. Verwendung fand der Strom der Lichtleitung mit 220 V Gleichstrom unter Vorschaltung eines Widerstandes, so daß Stromstärken von 3—4 Amp. erzielt wurden. Die Einwirkungsdauer des Stromes wurde variiert und zwar wurden Versuche mit 2, 5, 10 und 20 Sekunden Stromeinwirkung angestellt. In gleicher Weise wurden Parallelversuche mit 220 V Wechselstrom gemacht. Die so künstlich hergestellten St.B.M. (Stromberührungsmarken) sahen makroskopisch ganz ähnlich aus, wie wir solche bei elektrischen Verunglückungen zu sehen gewohnt sind.

Die Hautstücke mit diesen elektrischen Veränderungen wurden mit dem Gefriermikrotom flächenhaft in etwa 40  $\mu$  dicke Schichten zerlegt, und die dann

lufttrocken gewordenen Schnitte spektralanalytisch untersucht. Bei den Versuchen wurden zunächst die Schnitte in Salzsäure extrahiert und die Lösung zwischen Kohlenelektroden verdampft. Es zeigte sich jedoch sehr bald, daß die in den käuflichen Kohlenelektroden enthaltenen Metallspuren störend wirkten, und es wurde bei den späteren Versuchen die von *Gerlach* angegebene Methode der direkten Veraschung im Hochfrequenzhochspannungsfunken angewendet. Diese Methode bietet den großen Vorteil, daß lediglich eine aus reinem Gold bestehende Elektrode Verwendung findet.

Insgesamt wurden mehr als 1000 Einzelaufnahmen gemacht; benutzt wurde ein großer Zeissischer Spektrograph mit Quarzoptik. Die Auswertung der Platten erfolgte in der Weise, daß die Art, Zahl und Intensität der Emissionslinien festgestellt wurde; auf diesem Wege kann man zu Aussagen über die Qualität des in der St.B.M. enthaltenen Metalls kommen und darüber hinaus auch über die Quantität des abgelagerten Metalls eine gut zu schätzende Angabe machen. Dadurch, daß mit diesem Verfahren das Gewebe im Bereiche der St.B.M. schichtenweise untersucht wurde, gewinnt man eine Vorstellung über die Menge und Tiefe des Vordringens von Metallteilen bzw. Metallionen in stromdurchflossenes Gewebe. Bei den Versuchen mit Gleichstrom ergab sich in eindeutiger Weise, daß die Menge des im Gewebe wiederzufindenden Metalles mit der Dauer des Stromdurchganges zunahm. Beim Wechselstrom ergab sich die Tatsache, daß bis zu einer Dauer von 5 Sekunden Stromdurchgang die abgelagerte Metallmenge zunahm, bei den Versuchen mit 10 und 20 Sekunden eher abzunehmen schien.

Bei den mit Gleichstrom erzeugten St.B.M. war nachzuweisen, daß die Metallionen entsprechend der Stromrichtung qualitativ verschieden abgelagert wurden. War der berührende Pol der Pluspol, so fand sich ein Maximum der Anreicherung in der Tiefe des Gewebes; wurde aber der Minuspol zur Erzeugung der St.B.M. verwendet, so war näher der Oberfläche die stärkste Metallimprägnation zu beobachten. Es zeigten sich auch Unterschiede zwischen Zn und Cu, und zwar in dem Sinne, daß bei Zn diese qualitativ verschiedene Imprägnation der Gewebsschichten stärker in Erscheinung trat als bei Cu. Der Gedanke ist naheliegend, daß die verschiedene Beweglichkeit der Ionen und Ionenkomplexe hier eine Rolle spielt.

Zusammenfassend zeigen die durchgeführten Untersuchungen, daß es mit Hilfe des emissionsspektralanalytischen Verfahrens möglich ist, die in den St.B.M. enthaltenen Metallspuren qualitativ nachzuweisen und darüber hinaus Anhaltspunkte für die Stromverlaufsrichtung zu erhalten, wenn Gleichstrom in Frage kommt. Die Bedeutung dieses Metallsnachweises ist darin gelegen, daß man für die Rekonstruktion eines elektrischen Unfalles objektive Unterlagen zu gewinnen vermag.

**Literaturauszug.**

*Banneitz, F.*, Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Berlin: Julius Springer 1927. — *Buhtz, Gerhard*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 609; **14**, 443. — *Gerlach, Walter* u. *Eugen Schweitzer*, Die chemische Emissionsspektralanalyse. (Grundlagen und Methoden). Leipzig: L. Voss 1930. — *Gerlach, Walter*, u. *Werner Gerlach*, Die chemische Emissionsspektralanalyse. (Anwendung in Medizin, Chemie und Mineralogie.) Leipzig: L. Voss 1933. — *Jellinek, S.*, Die Erkrankungen durch Blitzschlag und elektrischen Starkstrom in klinischer und forensischer Darstellung. Stuttgart: F. Enke 1903. — *Lundegardh, H.*, Die quantitative Spektralanalyse der Elemente. Jena: G. Fischer 1929. — *Löwe, Fritz*, Atlas der letzten Linien der wichtigsten Elemente. Dresden u. Leipzig: M. Steinkopf 1928 — Optische Messungen des Chemikers und Mediziners. Dresden-Leipzig: M. Steinkopf 1925. — *Schrader, G.*, Experimentelle Untersuchungen zur Histopathologie elektrischer Hautschädigungen durch niedergespannten Gleich- und Wechselstrom. Jena: G. Fischer 1932. — *Schwarzacher, W.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **13**, 226.

---